

UNIVERSITI SAINS MALAYSIA

Peperiksaan Semester Pertama
Sidang 1989/90

Oktober/November 1989

EEE 313 - Sistem Kawalan I

Masa : [3 jam]

ARAHAN KEPADA CALON:

Sila pastikan bahawa kertas peperiksaan ini mengandungi 8 muka surat bercetak dan TUJUH (7) soalan (EMPAT (4) soalan dari Bahagian A dan TIGA (3) soalan dari Bahagian B) sebelum anda memulakan peperiksaan ini.

Jawab EMPAT (4) soalan. DUA (2) soalan dari Bahagian A dan DUA (2) dari Bahagian B.

Calon-calon dikehendaki menggunakan buku jawapan berasingan untuk Bahagian A dan Bahagian B.

Agihan markah bagi setiap soalan diberikan di sut sebelah kanan sebagai peratusan daripada markah keseluruhan yang diperuntukkan bagi soalan berkenaan.

Jawab kesemua soalan di dalam Bahasa Malaysia.

BAHAGIAN A

1. Satu servo kawalan kedudukan yang mempunyai inersia 10^{-6} kg m^2 memacu satu beban yang mempunyai inersia 0.01 kgm^2 , melalui satu kotak gear yang bernisbah 100:1. Geseran likat dirujukkan kepada beban ialah 0.64 Nms. Gandaan penguat ialah 50 mA/V dan mengesan ralat menunjukkan 1V/darjah salah jajaran (i.e. "misalignment"). Tork motor ialah 10^{-4} Nm/mA .

Kirakan:

- (i) Frekuensi tabii W_n .
- (ii) Nisbah redaman
- (iii) Nilai pemalar takometer yang perlu dipasangkan di aci motor bagi memberikan redaman genting.

Dapatkan sambutan keluaran sistem servo bagi satu masukan langkah 10° dan carikan puncak terlajak sebagai peratusan dari masukan masa di mana kedudukan keluaran θ_o pertama kali sama dengan nilai masukan θ_i .

(100%)

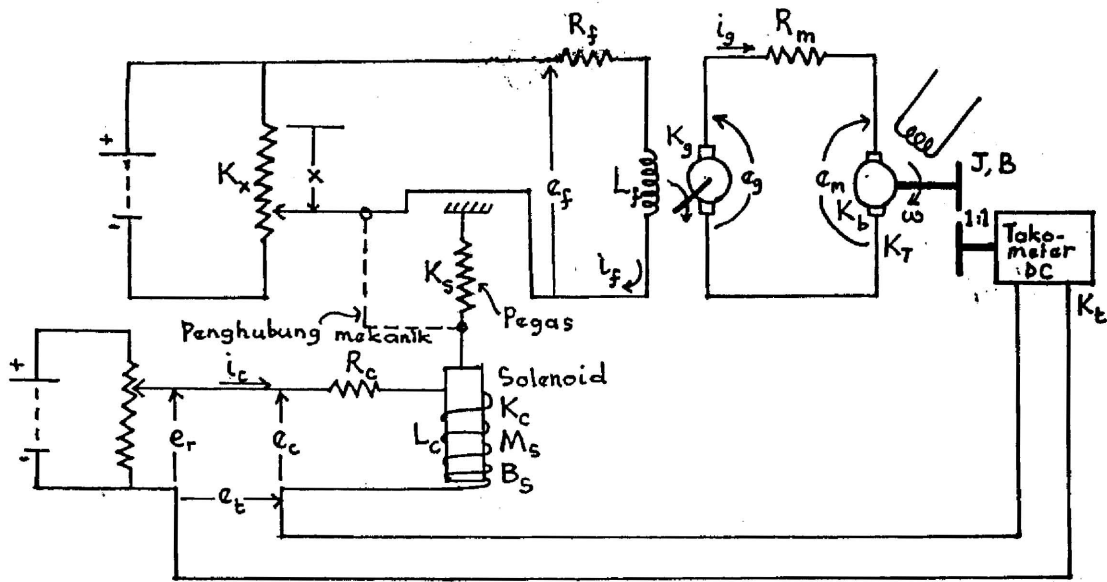
2. (a) Terangkan dengan ringkas sebutan-sebutan berikut seperti yang digunakan dalam analisis Graf Aliran Isyarat:

- | | |
|-----------------------|-----------------------|
| (i) Nod | (ii) Cabang |
| (iii) Laluan ke depan | (iv) Laluan suapbalik |

- (b) Untuk sistem kawalan yang ditunjukkan di Rajah 1.

- (i) Daya tarikan ke atas solenoid adalah diberi dengan $f_c = K_c i_c$, di mana K_c berunit Newton per ampere.

- (ii) Voltan merintangi medan penjana adalah diberi dengan $e_f = K_x X$, di mana K_x berunit volt per sentimeter dan X adalah dalam sentimeter.



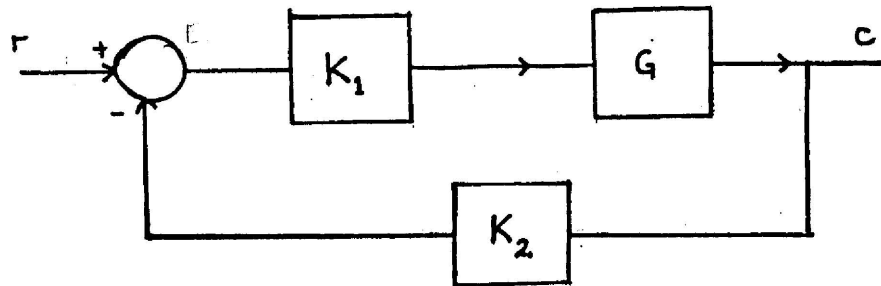
Rajah 1

- (iii) Apabila voltan merintangi gelung solenoid adalah sifar, pegas K_s adalah tak regang dan $X = 0$.
- (a) Terbitkan semua persamaan-persamaan yang menghubungkan semua pembolehubah-pembolehubah di dalam sistem.
- (b) Lukiskan satu gambarajah blok untuk sistem kawalan ini. Di dalam gambarajah ini mestilah terdapat cukup blok untuk menunjukkan terutamanya pembolehubah-pembolehubah $I_c(s)$, $X(s)$, $I_f(s)$, $E_q(s)$ dan $T(s)$. Berikan rangkap pindah untuk tiap-tiap blok di dalam gambarajah tersebut.

- (c) Lukiskan satu Graf Aliran Isyarat untuk sistem ini.
- (d) Tentukan rangkap pindah keseluruhan sistem.

(100%)

3. (a) Bincang secara ringkas kesan suapbalik ke atas
 - (i) gandaan/lebar jalur sistem
 - (ii) kestabilan sistem
 - (iii) sensitiviti sistem
- (b) Satu sistem kawalan pengaliran cecair mengguna penguat K_1 dan K_2 yang mempunyai gandaan yang dipengaruhi oleh perubahan berikut:-
 - K_1 berubah dengan perubahan suhu udara.
 - K_2 berubah dengan perubahan tekanan bekalan angin.



Dengan menggunakan takrifan sensitiviti

$$s_K^T = \frac{dT/T}{dK/K}$$

dapatkan nilai-nilai sensitiviti sistem bagi:

- (i) perubahan dengan suhu udara
- (ii) perubahan dengan tekanan bekalan angin

Berikan komen anda mengenai keadaan-keadaan tersebut.

(100%)

4. Diberikan rangkap pindah gelung tertutup sistem bagi sistem kawalan kedudukan seperti berikut:-

$$G(s) = \frac{1}{s^2 + 3s + 2}$$

- (a) Tuliskan persamaan-persamaan pembolehubah keadaan dengan menggunakan x_1 bagi kedudukan dan x_2 bagi kelajuan sistem.
- (b) Buktikan matrik peralihan sistem adalah dalam bentuk

$$\phi(s) = (sI - A)^{-1}$$

di mana A ditakrifkan dalam persamaan pembolehubah keadaan berikut:-

$$\dot{x} = Ax + BU$$

- (c) Dapatkan matrik peralihan $\phi(t)$ serta keadaan sistem selepas 1 saat dari keadaan awal di mana

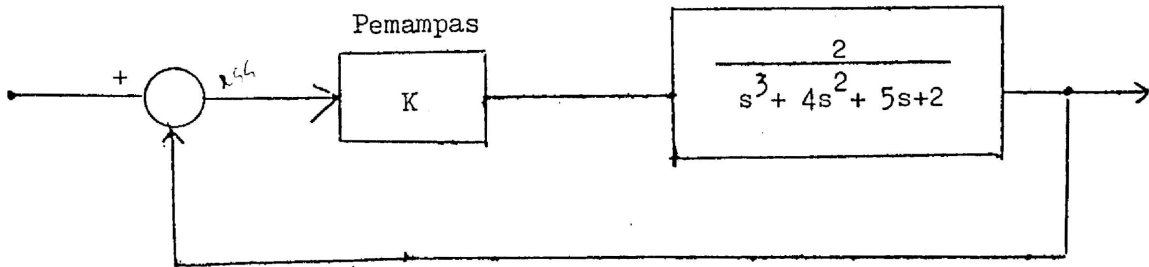
$$x(0) = \begin{bmatrix} 1 \\ 0 \end{bmatrix}$$

untuk masukan U sifar.

(100%)

BAHAGIAN B

5. (i) Pertimbangkan sistem kawalan di dalam Rajah 2 di mana pemampas berkadar digunakan.



Rajah 2

- Dapatkan ralat keadaan mantap untuk masukan pemalar unit [diberi nama e_{ss}].
- Misalkan bahawa tentuan (spesifikasi) ke atas sistem kawalan adalah e_{ss} mesti lebih kecil daripada 2 peratus daripada masukan pemalar. Tentukan julat untung berkadaran K .
- Sebagai seorang jurutera, tentu anda akan menganalisis kestabilan sistem ini. O.K. dapatkan kekangan-kekangan untuk kestabilan sistem.
- Daripada maklumat (a), (b) dan (c) yang didapatkan buat kesimpulan anda tentang sistem.

(50%)

...7/-

- (ii) Dikehendaki untuk merekabentuk pengawal suapbalik pembolehubah keadaan lurus sedemikian rupa sehingga fungsi pindah loji

$$G(s) = \frac{2s+5}{s^2+1}$$

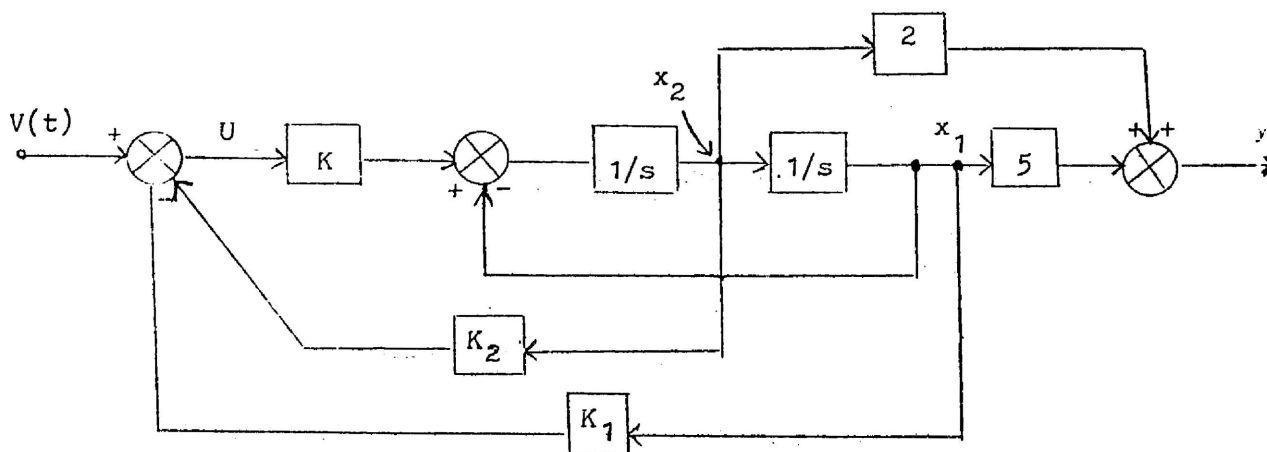
akan mempunyai kutub-kutub gelung tertutup pada -1 dan -2, yakni

$$\frac{Y(s)}{R(s)} = \frac{2s+5}{(s+1)(s+2)}$$

Rajah 3 menunjukkan pengawal suapbalik p.u.k. lurus.

Cari K, k_1 dan k_2 .

(50%)



Rajah 3

...8/-

6. (i) Lakarkan plot Bode untuk fungsi pindah berikut:-

$$G(s)H(s) = \frac{K}{(s+0.5)(s+5)(s+10)(s+20)}$$

(50%)

- (ii) Dengan menggunakan plot Bode yang telah anda binakan, dapatkan untung K maksimum yang hanya cukup-cukup untuk mengekalkan kestabilan sistem.

(30%)

- (iii) Selaraskan untung sistem K di dalam fungsi pindah supaya SF nya adalah 54° .

(20%)

7. Fungsi pindah gelung-terbuka suatu sistem kawalan diberikan sebagai

$$G(s) = \frac{10}{s^3 + 6s^2 + 11s + 6}$$

Binakan Rajah Nyquist untuk $G(s)$ ini, dan tentukan ciri-ciri yang berkaitan yang mempengaruhi prestasi gelung-tertutup.

Lakarkan sambutan terhadap suatu input langkah untuk sistem gelung-tertutup.

(100%)